

不同食用木薯品种(系)薯片加工适宜性研究

王颖^{1,2}, 陆柳英³, 曹升³, 尚小红³, 陈颖慧³, 肖亮³, 严华兵^{3*}

(1. 广西壮族自治区农业科学院 农产品加工研究所, 广西 南宁 530007; 2. 广西果蔬贮藏与加工新技术重点实验室, 广西 南宁 530007; 3. 广西壮族自治区农业科学院 经济作物研究所, 广西 南宁 530007)

摘要: 为了解不同食用木薯品种(系)炸薯片在品质上的差异, 探讨其影响因子, 筛选适宜加工薯片的木薯品种(系), 以12个优良食用木薯品种(系)为材料进行炸片加工, 对薯片进行感官评价及薯片含水率、质构等测定, 并进行主成分分析和与鲜薯营养品质的相关分析。结果表明: NK-10感官评价价值、内聚性和弹性值最高, SC9和M33硬度较大, 咀嚼性差异不显著。相关性分析发现, 木薯薯片感官组织状态、色泽与鲜薯支链淀粉含量分别呈显著相关($P < 0.05$)和极显著相关($P < 0.01$), 相关系数分别为0.674、0.795。主成分分析获得了4个主成分, 解析贡献率分别为34.325%、23.627%、16.900%、13.205%, 品系NK-10综合评分最高, 为0.875, 其次是M9的0.565、ST的0.401。该研究表明木薯品种(系)NK-10、M9、ST适宜用于炸片加工。薯片口感、风味、含水率、咀嚼性、色泽和组织状态可作为其品质鉴定的重要指标, 且木薯炸薯片的组织状态和色泽受到鲜薯支链淀粉含量的影响。

关键词: 食用木薯; 木薯薯片; 质构; 感官评价; 主成分分析

Study on the Suitability of Different Edible Cassava Cultivars for Chips

WANG Ying^{1,2}, LU Liu-ying³, CAO Sheng³, SHANG Xiao-hong³, CHEN Ying-hui³,
XIAO Liang³, YAN Hua-bing^{3*}

(1. Institute of Agro-products Processing Science and Technology, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, Guangxi, China; 2. Guangxi Key Laboratory of Fruits and Vegetables Storage-processing Technology, Nanning 530007, Guangxi, China; 3. Cash Crops Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, Guangxi, China)

Abstract: In order to understand the quality difference of chips made from different edible cassava varieties, investigate the influencing factors and screen the varieties suitable for processing chips, twelve improved cassava varieties were used as raw materials to process chips, the sensory evaluation, moisture content and texture of the chips were determined, and principal component analysis and the correlation analysis of fresh potato nutritional quality were also performed. The results showed that the chips made from NK-10 had the highest sensory evaluation value, cohesiveness and elasticity values. The chips made from SC9 and M33 had higher hardness than those of the other ten varieties, and there was no significant difference in chewiness values between the chips of SC9 and M33. The correlation analysis showed that there was a significant ($P < 0.05$) correlation between the texture of chips and amylopectin content of fresh cassava, and an extremely significant correlation ($P < 0.01$) between the color of the chips and amylopectin content of flesh cassava, the correlation coefficients were 0.674 and 0.795, respectively. Four principal components were obtained based on principal components analysis. The analytical contribution rates of the four principal components were 34.325%, 23.627%, 16.900% and 13.205%, respectively. NK-10 had the highest comprehensive score of 0.875, followed by M9 (0.565) and ST (0.401). The results showed that NK-10, M9 and ST were suitable for processing chips. The taste, flavor, moisture content, chewiness, colour and texture could be as important indexes for taste,

基金项目: 广西自然科学基金项目(2019GXNSFBA245029、2019GXNSFBA245093); 广西农业科学院基本科研业务专项项目(桂农科 2015YT61)
作者简介: 王颖(1982—), 女(汉), 助理研究员, 本科, 研究方向: 薯类加工。

* 通信作者: 严华兵(1979—), 男(汉), 研究员, 博士, 研究方向: 薯类作物育种。

flavor, moisture content, chewiness, colour and texture could be as important indexes for quality identification, and the tissue state and color of cassava chips were affected by the amylopectin content of fresh tuber.

Key words: edible *Manihot esculenta* Crantz; cassava chips; texture; sensory evaluation; principal component analysis

引文格式:

王颖, 陆柳英, 曹升, 等. 不同食用木薯品种(系)薯片加工适宜性研究[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(1):15-20.

WANG Ying, LU Liying, CAO Sheng, et al. Study on the Suitability of Different Edible Cassava Cultivars for Chips[J]. Food Research and Development, 2021, 42(1):15-20.

木薯(*Manihot esculenta* Crantz)是大戟科木薯属植物,是世界三大薯类作物之一,全球第六大粮食作物,被誉为“淀粉之王”,是世界近7亿~8亿人赖以生存的粮食。木薯可食用、饲用和作为工业原料,木薯食品化利用可为解决中国粮食安全问题提供支撑,也可提供多样化食品选择^[1],食用木薯加工产品具有美好的开发利用前景。食用木薯具有较为丰富的营养成分和生物活性成分,作为特色薯类杂粮,日益受到了人们的重视^[2]。加工成木薯炸薯片,具有独特的风味,对优化国民膳食结构、丰富饮食文化、提高木薯产值起到了积极作用。

由于木薯加工方法受到消费者的历史、文化和社会经济等因素的影响,使得不同地区各具特色^[3]。而目前在果蔬油炸加工食品中,原料主要有薯类作物的马铃薯^[4]、甘薯^[5],水果来源的香蕉^[6]、苹果^[7]、哈密瓜^[8]等,蔬菜来源的胡萝卜^[9]、蚕豆^[10]、毛豆^[11]、香菇^[12]等。而木薯营养价值优于或不亚于甘薯和马铃薯^[13]。借鉴国内外先进的马铃薯和甘薯的加工经验和技术,加强研发木薯膨化薯片、油炸薯片、烤薯片等,延长加工产业链,可推动食用木薯向现代产业化、高度加工化、技术现代化方向发展^[14]。

不同食用木薯品种在营养成分和含量、薯肉颜色和质地上存在着差异,从而影响到炸薯片质量。目前国内鲜见关于筛选适宜制作炸薯片的木薯专用品种的研究报道。本研究以12种优良食用木薯品种(系)为材料进行薯片加工,对其含水率、质构和感官进行评价,旨在筛选获得适宜加工炸薯片的食用木薯品种(系),并探讨木薯薯片品质评价的主要影响因子。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

参试材料为12个食用木薯品种(系)的成熟期鲜薯。12个品种(系)分别为:P1、P2、P3、P9、M9、M11、

M13、M33、NK-10、ST、SC9、NZ199。其鲜薯氢氰酸含量均小于50 mg/kg。

CT3 质构仪:美国 Brookfield 公司;GZX-9420MBE 电热恒温鼓风干燥箱:上海博迅实业有限公司医疗设备厂;JA3103N 电子分析天平:上海精其仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 木薯炸薯片加工方法

鲜木薯去皮洗净,切成1 mm左右薄片,冷水中加入适量盐浸泡薯片30 min(去掉多余的淀粉),沥干水分备用。锅中放油,待油温升高至250℃,放入薯片,大火炸至薯片漂浮于油面上捞出。冷却后复炸,油温烧至200℃时倒入薯片,大火炸至薯片由白转为金黄色后,捞出沥油,装盘。

1.2.2 木薯炸薯片品质指标检测

测定炸薯片含水率、硬度、内聚性、弹性、咀嚼性。

1.2.2.1 含水率测定

将样品于研钵中研磨至0.3 mm(过50目筛),取2 g~3 g置于105℃烘箱中烘干至恒重,每个样品重复3次。含水率/%=(烘前重量-恒重后重量)/烘前重量×100。

1.2.2.2 炸薯片质构分析

利用CT3质构仪测定炸薯片的质构指标。硬度、内聚性、弹性、咀嚼性4个指标的测定条件为:TA5圆柱形探头,全质构分析(texture profile analysis, TPA)模式,距离0.5 mm(根据薯片厚度调整),触发力5 g,测试速度0.5 mm/s,每个样品重复6次。

1.2.3 木薯炸薯片感官评价

采用8人组成的评定小组进行品鉴,木薯炸薯片感官评价标准见表1。

1.3 数据分析

采用Excel 2013统计数据并计算平均值,采用SPSS Statistics 25.0软件对试验数据进行方差分析、相

表 1 木薯炸薯片感官评价标准
Table 1 Sensory evaluation criteria for cassava chips

项目	优(76 分~100 分)	良(51 分~75 分)	中等(26 分~50 分)	较差(0~25 分)
组织状态	外形完整,厚薄基本均匀,不收缩、变形	外形完整,厚薄基本均匀,有收缩、变形	外形较完整,厚薄均匀,有收缩、变形	外形不完整,厚薄不均匀,收缩、变形
口感	口感酥脆细腻,不粘牙	口感较酥脆,略粘牙	口感酥脆度、细腻度一般	口感硬
风味	具有鲜明的木薯风味	木薯风味不明显	木薯风味一般	无木薯风味
色泽	呈现木薯原本色泽,色泽均匀,无过焦现象	色泽较均匀,无过焦现象	色泽较均匀,略有焦色	色泽不均匀,有过焦现象

关性分析和主成分分析。

表 2 不同品种(系)木薯炸薯片感官评价
Table 2 The sensory evaluation of cassava chips of different varieties (lines)

品种(系)	组织状态	口感	风味	色泽	平均值	总评
P1	71.7	77.5	70.0	79.2	74.6	良
P2	70.0	69.2	75.8	82.5	74.4	良
P3	74.2	85.8	84.2	78.3	80.6	优
P9	69.2	83.2	79.2	86.3	79.5	优
M9	85.8	85.0	85.0	90.0	86.5	优
M11	70.8	66.7	70.8	69.2	69.4	良
M13	74.2	79.2	79.2	71.7	76.1	优
M33	84.2	69.7	73.3	88.3	78.9	优
NK-10	84.2	91.7	85.8	91.3	88.3	优
ST	86.2	70.8	70.0	90.0	79.3	优
SC9	81.7	86.7	83.3	90.0	85.4	优
NZ199	85.0	74.2	79.2	87.0	81.4	优

2 结果与分析

2.1 品种(系)差异对薯片感官评价的影响

通过对 12 个品种(系)木薯炸薯片进行感官评价,计算平均值,结果见表 2。

12 个食用木薯品种(系)制作薯片效果好,总评价在良好及以上。从组织状态来看,ST 最好,其次是 M9、NZ199,表现外形完整,厚薄基本均匀,不收缩、不变形;从口感来看,NK-10 最优,SC9 次之,表现食用口感酥脆细腻,不粘牙;从风味来看,NK-10、M9 具有鲜明的木薯风味,评分较高;从色泽来看,NK-10 最受喜爱,其次是 M9、ST、SC9 呈现木薯原本色泽,色泽均匀,无过焦现象。

12 个品种(系)木薯炸薯片外观形态见图 1。

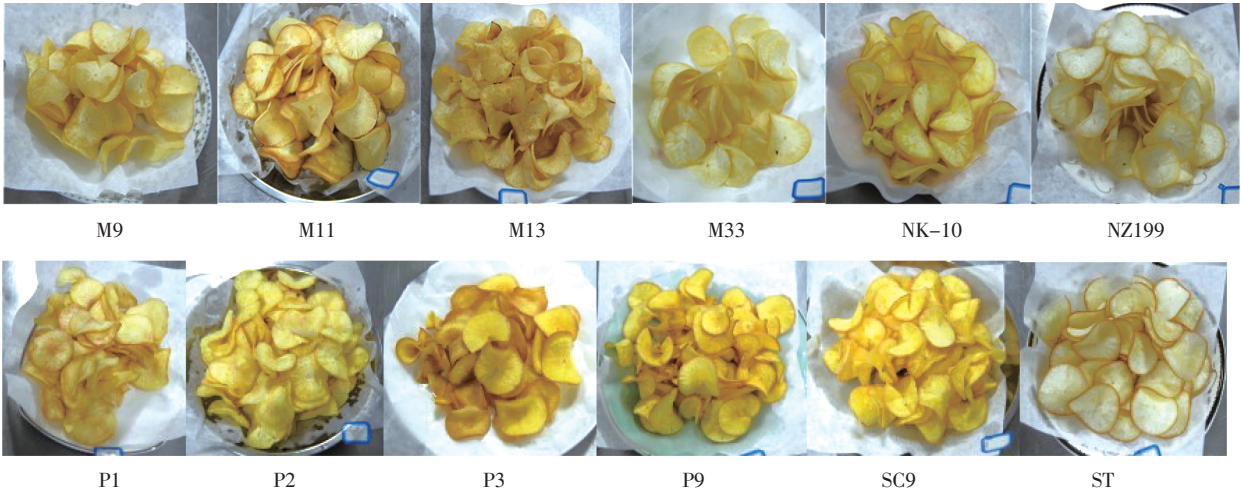


图 1 不同木薯品种(系)炸薯片形态

Fig.1 Appearance of different cassava varieties (lines) of cassava chips

2.2 品种(系)差异对薯片质构的影响

不同品种(系)木薯炸薯片含水率与质构指标见表 3。

由表 3 可见,不同品种(系)木薯炸薯片含水率之

间差异显著,其中 P1 含水率最低,为 10.40%;从硬度来看,SC9 和 M33 硬度较大,分别为 907.2 g 和 864.2 g,与 M9、M13、NK-10、ST 间差异显著;NK-10 的内聚性和弹性值最大,分别达 0.825、0.523 mm;12 个品种

表3 不同品种(系)木薯炸薯片含水率与质构指标

Table 3 The moisture content and texture of cassava chips of different varieties (lines)

品种(系)	含水率/%	硬度/g	内聚性	弹性/mm	咀嚼性/mJ
P1	10.40 ^k	567.8 ^{ab}	0.788 ^{ab}	0.403 ^{ab}	1.80 ^a
P2	10.60 ^j	765.3 ^{ab}	0.572 ^{abc}	0.392 ^{ab}	1.80 ^a
P3	11.50 ^f	544.5 ^{ab}	0.640 ^{abc}	0.368 ^{ab}	1.50 ^a
P9	12.31 ^a	556.0 ^{ab}	0.360 ^c	0.195 ^b	0.52 ^a
M9	11.99 ^d	447.8 ^b	0.665 ^{abc}	0.370 ^{ab}	1.02 ^a
M11	12.19 ^b	756.5 ^{ab}	0.440 ^{bc}	0.267 ^{ab}	1.28 ^a
M13	11.99 ^d	483.2 ^b	0.367 ^c	0.488 ^a	0.50 ^a
M33	11.17 ^e	864.2 ^a	0.502 ^{abc}	0.323 ^{ab}	1.55 ^a
NK-10	10.99 ^b	433.0 ^b	0.825 ^a	0.523 ^a	1.03 ^a
ST	12.10 ^c	439.2 ^b	0.648 ^{abc}	0.378 ^{ab}	1.05 ^a
SC9	10.78 ⁱ	907.2 ^a	0.365 ^c	0.333 ^{ab}	1.18 ^a
NZ199	11.67 ^e	698.0 ^{ab}	0.527 ^{abc}	0.295 ^{ab}	1.37 ^a

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

(系)炸薯片的咀嚼性间差异不显著。

2.3 不同木薯品种(系)炸薯片品质鉴定指标与鲜薯主要营养品质性状的相关性分析

本研究前期对12个品种(系)的鲜薯蛋白质、粗纤维、干物质、淀粉、可溶性糖、支链淀粉含量进行了检测分析,将检测结果与对应品种(系)炸木薯片的感官评价价值(组织状态、口感、风味、色泽)、含水率、质构指标

(硬度、内聚性、弹性、咀嚼性)共15个指标进行相关性分析,结果见表4。

12个食用木薯品种(系)炸薯片的组织状态与色泽之间相关性极显著,相关系数0.713,与鲜薯干物质含量、支链淀粉含量间相关性显著,相关系数分别为0.620、0.674;口感与风味之间相关性极显著,相关系数0.849;色泽与支链淀粉含量间相关性极显著,相关系数0.795;含水率与质构指标中的咀嚼性呈显著负相关,相关系数-0.588;鲜薯可溶性糖与淀粉含量间呈极显著负相关,相关系数-0.822。

2.4 不同木薯品种(系)炸薯片各性状主成分分析

主成分分析可将多个指标简化为少数几个具有代表性的综合指标,从而达到简化分析过程并进行综合评价的目的^[15]。对12个木薯品种(系)炸薯片感官、品质、质构指标等共9个性状进行主成分分析,采用分析-降维-因子方法得到特征值大于1的主成分4个(PC1~PC4),累积方差贡献率为88.057%(见表5)。

主成分载荷系数的绝对值越大,主成分对该变量代表性越大^[16]。其中主成分1贡献率为34.325%,包括口感(0.830)、风味(0.742);第2主成分贡献率为23.627%,包括含水率(-0.871)和咀嚼性(0.748);第3主成分贡献率为16.900%,主要为色泽(0.674);第4主成分贡献率为13.205%,主要为组织状态值(0.517)。以上分析表明,PC1~PC4共包括6个性状,可作为木

表4 各品种(系)炸木薯片感官评价价值、含水率、质构指标与鲜薯主要营养品质性状的相关性分析

Table 4 The correlation analysis between sensory evaluation value, moisture content, texture index of cassava chips of different varieties (lines) and nutritional characters of fresh cassava

变量	组织状态	口感	风味	色泽	含水率	硬度	内聚性	弹性	咀嚼性	蛋白质	粗纤维	干物质	淀粉	可溶性糖	支链淀粉
组织状态	1.000														
口感	0.174	1.000													
风味	0.259	0.849**	1.000												
色泽	0.713**	0.355	0.340	1.000											
含水率	0.044	-0.108	0.000	-0.186	1.000										
硬度	-0.101	-0.403	-0.212	-0.035	-0.377	1.000									
内聚性	0.278	0.217	0.032	0.279	-0.407	-0.501	1.000								
弹性	0.223	0.320	0.241	-0.004	-0.391	-0.449	0.543	1.000							
咀嚼性	-0.134	-0.495	-0.425	-0.110	-0.588*	0.521	0.267	-0.139	1.000						
蛋白质	0.282	0.174	0.327	0.147	0.392	-0.174	-0.226	-0.050	-0.333	1.000					
粗纤维	-0.306	0.050	-0.360	0.103	-0.219	-0.2	0.229	-0.181	0.075	-0.311	1.000				
干物质	0.620*	-0.256	-0.173	0.107	-0.198	0.345	0.128	0.191	0.391	0.081	-0.461	1.000			
淀粉	0.249	-0.374	-0.329	0.133	0.022	0.277	-0.261	-0.045	-0.147	0.384	0.011	0.227	1.000		
可溶性糖	-0.306	0.240	0.268	0.004	-0.077	-0.205	0.249	0.046	0.053	-0.590*	0.010	-0.465	-0.822**	1.000	
支链淀粉	0.674*	0.201	0.258	0.795**	-0.127	-0.195	0.403	0.260	-0.194	0.402	-0.068	0.120	0.458	-0.240	1.000

注:*表示在0.05水平上显著相关($P<0.05$);**表示在0.01水平上显著相关($P<0.01$)。

表5 主成分分析总方差分析表

Table 5 Total variance explained table in principal component analysis

成分	初始特征值			提取载荷平方和		
	合计	方差百分比/%	累积/%	合计	方差百分比/%	累积/%
1	3.089	34.325	34.325	3.089	34.325	34.325
2	2.126	23.627	57.953	2.126	23.627	57.953
3	1.521	16.900	74.852	1.521	16.900	74.852
4	1.188	13.205	88.057	1.188	13.205	88.057
5	0.573	6.369	94.426			
6	0.327	3.638	98.065			
7	0.105	1.17	99.235			
8	0.061	0.677	99.912			
9	0.008	0.088	100			

薯薯片品质鉴定评价的主要指标。

将15个指标成分矩阵主成分得分除以提取载荷获得载荷矩阵(见表6),获得4个主成分得分的计算方程分别为: $Y_1=0.306X_1+0.472X_2+0.422X_3+0.312X_4-0.006X_5-0.365X_6+0.271X_7+0.324X_8-0.310X_9$ 。

$Y_2=-0.136X_1-0.083X_2-0.130X_3+0.176X_4-0.597X_5+0.162X_6+0.455X_7+0.274X_8+0.513X_9$ 。

$Y_3=0.418X_1+0.045X_2+0.195X_3+0.547X_4-0.032X_5+0.478X_6-0.292X_7-0.412X_8+0.049X_9$ 。

$Y_4=0.474X_1-0.428X_2-0.455X_3+0.236X_4+0.398X_5-0.316X_6+0.261X_7-0.053X_8-0.030X_9$ 。

根据方程计算出12个品种(系)的综合得分见表7。

从表7中可以看出,品种(系)中NK-10得分最高,为0.875;M9、ST次之,分别得分0.565、0.401。研究结果证明,NK-10、M9、ST用于制作薯片效果理想。

表6 成分矩阵

Table 6 Component matrix

指标	成分				载荷矩阵			
	PC1	PC2	PC3	PC4	U1	U2	U3	U4
组织状态	0.538	0.198	0.516	0.517	0.306	0.136	0.418	0.474
口感	0.830	-0.121	0.055	-0.467	0.472	-0.083	0.045	-0.428
风味	0.742	-0.190	0.241	-0.496	0.422	-0.130	0.195	-0.455
色泽	0.548	0.256	0.674	0.257	0.312	0.176	0.547	0.236
含水率	-0.011	-0.871	-0.04	0.434	-0.006	-0.597	-0.032	0.398
硬度	-0.641	0.236	0.589	-0.344	-0.365	0.162	0.478	-0.316
内聚性	0.477	0.663	-0.360	0.284	0.271	0.455	-0.292	0.261
弹性	0.569	0.399	-0.508	-0.058	0.324	0.274	-0.412	-0.053
咀嚼性	-0.544	0.748	0.061	-0.033	-0.310	0.513	0.049	-0.030

表7 品种(系)综合评价

Table 7 The comprehensive evaluation form of 12 varieties (lines) of cassava

品种(系)	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4	综合评分	排名
P1	-0.473	1.600	-1.315	-0.142	-0.029	7
P2	-0.949	1.163	-0.282	-0.708	-0.218	9
P3	0.337	0.067	-0.603	-0.948	-0.108	8
P9	-0.155	-1.923	0.447	-0.398	-0.550	10
M9	1.239	-0.274	0.345	0.596	0.565	2
M11	-1.710	-0.844	-0.637	0.218	-0.983	12
M13	0.201	-1.303	-1.444	-0.511	-0.625	11
M33	-0.777	0.724	1.232	0.592	0.217	6
NK-10	2.135	0.581	-0.444	-0.185	0.875	1
ST	0.176	-0.011	-0.124	2.398	0.401	3
SC9	0.141	0.189	1.799	-1.507	0.225	5
NZ199	-0.166	0.031	1.025	0.596	0.230	4

3 讨论与结论

蛋白质、粗纤维、干物质、淀粉、可溶性糖、支链淀粉含量都是衡量食用木薯品种品质的重要性状指标^[17]。Olivier等^[18]在对13个木薯加工炸薯片的研究中发现,还原糖含量与薯片色泽相关,鲜薯还原糖含量增加会导致薯片颜色加深。本研究在对12个木薯品种(系)炸薯片品质与鲜薯主要营养成分含量的相关性分析中发现,木薯炸薯片的色泽与鲜薯支链淀粉含量间呈极显著正相关关系。支链淀粉占淀粉含量的比重越大,木薯薯片色泽均匀,不易焦黄。

12个优良食用木薯品种(系)中,NK-10感官评价价值、内聚性和弹性值最高,SC9和M33硬度较大。主成分分析和品种(系)综合评分显示,NK-10的薯片加工适宜性综合评分最高,为0.875,其次是M9的0.565、ST的0.401。NK-10、M9、ST适宜用于炸片加工。薯片

口感、风味、含水率、咀嚼性、色泽和组织状态可作为其品质鉴定的重要指标。王辉等^[19]在对不同品种甘薯脆片加工适宜性研究中,则通过主成分降维分析结果判断出影响甘薯脆片品质的主要因子为含水率、还原糖含量及硬度。本研究仅对12个品种(系)9个指标进行了测试和分析,以期为本薯新品种选育和产品开发提供理论依据和研究基础,更多优良食用木薯种质的加工适宜性研究工作还有待深入开展。

参考文献:

- [1] 严华兵,叶剑秋,李开绵.中国木薯育种研究进展[J].中国农学通报,2015,31(15):63-70.
- [2] 王颖,张雅媛,尚小红,等.食用木薯的营养价值及其保健功效研究进展[J].安徽农业科学,2019,47(11):22-24.
- [3] Falade K O, Akingbala J O. Utilization of cassava for food[J]. Food Reviews International, 2011, 27(1): 51-83.
- [4] 张小燕,赵凤敏,兴丽,等.不同马铃薯品种用于加工油炸薯片的适宜性[J].农业工程学报,2013,29(8):276-283.
- [5] 李玉龙,杨烨,陆国权.基于均匀设计和主成分分析的甘薯薯片常压油炸工艺优化[J].核农学报,2017,31(1):118-124.
- [6] 张岩,吴继军,唐道邦,等.香蕉片的真空油炸工艺及质构品质初探[J].现代食品科技,2010,26(9):987-990,1008.
- [7] 王辉,刘敏,董楠,等.真空油炸苹果脆片预处理工艺优化[J].食品工业科技,2019,40(17):184-190.
- [8] 李伟荣,任爱清,陈国宝.果蔬真空油炸脱水技术研究及展望[J].保鲜与加工,2010,10(4):5-7.
- [9] Hyun S P, Hyun J K. Quality characteristics of deep fat fried carrots depend on type of frying oil, frying temperature, and time of frying [J]. Korean Journal of food science and technology, 2020, 52(1): 46-53.
- [10] 范柳萍,王维琴,孙金才,等.预处理技术对真空油炸脆蚕豆品质的影响[J].食品工业科技,2008,29(7):108-109.
- [11] 范柳萍,张慙,韩娟,等.不同处理工艺对真空油炸毛豆品质的影响[J].食品与生物技术学报,2005,24(2):32-37.
- [12] 燕艳,季志会,杜伟,等.真空低温油炸香菇脆片的中试生产工艺探讨[J].东北农业大学学报,2010,41(3):117-119.
- [13] 魏艳,黄洁,许瑞丽,等.木薯肉与木薯皮营养成分的研究初报[J].热带作物学报,2015(3):536-540.
- [14] 罗春芳,杨龙,欧珍贵,等.木薯食品加工业的现状与前景展望[J].江西农业学报,2019,31(3):107-112.
- [15] 杨文娜,任嘉欣,李忠意,等.主成分分析法和模糊综合评价法判断喀斯特土壤的肥力水平[J].西南农业学报,2019,32(6):1307-1313.
- [16] 谢若男,马晨,张群,等.海南省芒果主产区主栽品种果实品质特性分析[J].南方农业学报,2018,49(12):2511-2517.
- [17] 叶剑秋,张洁,肖鑫辉,等.54份哥伦比亚木薯种质的育种特性评价[J].华中师范大学学报(自然科学版),2017,51(6):809-816,824.
- [18] Olivier V, Dominique D, Gilles T, et al. Deep-fat frying of cassava: influence of raw material properties on chip quality[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2001, 81: 227-236.
- [19] 王辉,牟琴,聂廷,等.基于相关性与主成分分析法综合评价不同品种甘薯脆片加工适宜性[J].江苏农业科学,2020,48(6):173-179.

加工编辑:姚骏

收稿日期:2020-07-16

奋斗“十四五”，奋进新征程。